Les Cahiers Scientifiques du Transport
N° 29/1994 - Pages 3-16

Nikolas Stathopoulos
Distribution territoriale de l'offre et couverture spatiale du réseau ferroviaire parisien...

DISTRIBUTION TERRITORIALE DE L'OFFRE ET COUVERTURE SPATIALE DU RESEAU FERROVIAIRE PARISIEN : UNE METHODOLOGIE D'EVALUATION DE LA PERFORMANCE DES RESEAUX DE TRANSPORT URBAIN[1]

NIKOLAS STATHOPOULOS
CNRS-LATTS
ECOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES

1. INTRODUCTION

Depuis le début des années 80 un axe de recherche s'est constitué autour du thème de la territorialité des réseaux techniques. Cette discussion a également trouvé un écho en matière de modélisation avec un certain nombre de logiciels (Retis, ETER, différentes versions du logiciel CRAPO, versions plus récentes de Retis pour des réseaux ferroviaires,...). L'objectif commun de ces logiciels est de développer un "langage" de description et d'évaluation de la performance de réseaux techniques notamment dans leur rapport avec le territoire dans ses différentes acceptions (spatiale, politico-administrative, sociale,...). Ils s'éloignent en ce sens des modèles de prévision de la demande, pour se concentrer notamment sur les effets territoriaux de la distribution de l'offre et les problèmes d'équité d'accès au réseau, en élaborant, pour y parvenir, un ensemble de concepts, d'indicateurs ou de méthodes inspirés notamment de la théorie des graphes, de l'école française d'aide multicritère à la décision et des techniques micro-

[1] Cette recherche a été mené dans le cadre de l'unité Prospective de la RATP que je tiens ici à remercier dans son ensemble. Plus particulièrement je remercie René Darfel pour les multiples suggestions sur l'exploitation, l'interprétation et les prolongements possibles de cette démarche.

informatiques récentes en matière de représentation graphique des réseaux. Cette problématique permet notamment :
- d'évaluer l'apport du réseau en un point ou en un ensemble de points d'un territoire donné ;
- de comparer plusieurs variantes de réseau d'un point de vue local ;
- d'évaluer les hiérarchies des lieux que les réseaux organisent dans le territoire ;
- d'évaluer localement et globalement les effets qu'entraînent sur le territoire les modifications des réseaux qui les traversent;
- d'identifier et d'évaluer les problèmes d'équité d'accès au réseau selon des points de vue désagrégés (accès aux équipements, aux lieux d'activité commerciale ou culturelle,...) immédiatement perceptibles par les populations et les décideurs urbains concernés ;
- d'évaluer enfin l'adéquation d'un réseau de transport à la distribution territoriale des activités urbaines.

Dans cette optique d'évaluation territoriale de la performance des réseaux, nous avons mené avec l'équipe Prospective de la RATP[2], une recherche visant à évaluer le réseau ferroviaire parisien sur les aspects suivants :
- distribution territoriale de l'offre ferroviaire par rapport aux déséquilibres de l'espace parisien (Est-Ouest, Centre-Périphérie et Rive gauche-Rive droite), analysée aux trois niveaux d'ancrage territorial du réseau à savoir, les stations ou gares, les arrondissements et les quartiers ;
- l'analyse des effets territoriaux (sur ces déséquilibres et par rapport aux mêmes strates du territoire : stations, quartiers et arrondissements) de la mise en service d'une nouvelle infrastructure comme METEOR ;
- l'analyse croisée de la distribution territoriale de l'offre et de la couverture spatiale de la population par le réseau parisien.

Nous ne pouvons reprendre ici la totalité des résultats de cette recherche. Nous développerons plus spécifiquement l'analyse croisée de la distribution territoriale de l'offre et de la couverture spatiale de la population. Cette analyse permet de concevoir localement (à l'échelle du quartier et de l'arrondissement) la complémentarité modale entre réseaux ferrés et réseau d'autobus. Cette complémentarité est la base d'une véritable politique multimodale, évoquée de façon souvent incantatoire, à la fois par les entreprises exploitantes du transport et leurs tutelles politiques et/ou territoriales. Enfin, le choix de la ville de Paris (et de ses territoires institutionnels) est dicté par deux considérations majeures : la première concerne l'analyse des "déséquilibres" territoriaux parisiens (est-ouest, centre-périphérie,...) évoqués souvent à tort et à travers. Nous avons pu montrer à ce sujet qu'en matière de distribution territoriale de l'offre, ces déséquilibres n'ont pas la force et l'homogénéité que le discours leur prête habituellement et d'autre part, ils changent de nature et de profondeur selon l'échelle territoriale choisie, arrondissement ou quartier (STATHOPOULOS, 1994). La deuxième raison concerne la restructuration du réseau d'autobus de Paris : sujet endémique au sein de la RATP, il est réputé insoluble (et intouchable) du fait de la complexité de l'organisation politique et territoriale de Paris et des multiples interventions possibles : mairie de la capitale, mairies des arrondissements, associations de quartier. L'analyse présentée ici trace, nous semble-t-il, un cadre et une méthodologie possible pour l'évaluation négociée des opérations d'aménagement du réseau d'autobus parisien.

1.1. LES INDICATEURS HABITUELS D'EVALUATION DE RESEAU

En matière d'évaluation des performances d'un réseau de transport plusieurs indicateurs sont

[2] Cf. pour un exposé détaillé des résultats de cette recherche, STATHOPOULOS, JAFFEUX (1994).

possibles. Un certain nombre d'entre eux - la couverture géographique d'une population, différents ratios du kilométrage ou du nombre de stations sur la superficie ou la population d'un secteur - sont souvent utilisés par les scientifiques et les opérateurs du transport. D'autre part, les cartes isochrones permettent d'évaluer l'accessibilité d'un (ou vers un) point (ou zone) donné du réseau et par conséquent aux fonctions urbaines qui s'y déroulent. Ces méthodes ont leurs avantages mais présentent également des inconvénients. Les différents ratios ignorent souvent la structure du réseau : le kilométrage rapporté à la superficie s'embarrasse peu de la manière dont les lignes s'agencent, qu'elles soient parallèles ou qu'elles se croisent, qu'il s'agisse d'un réseau très maillé ou d'un réseau de faible maillage. De surcroît, lorsqu'ils sont élaborés pour caractériser la performance d'un réseau par rapport à des secteurs de taille ou de population différente, leur signification est sujette à discussion. Les isochrones, élaborées sur la notion de "*plus court chemin*" (distance ou temps) rendent compte de la performance du système de transport, mais, par leur caractère agrégatif, elles informent peu sur les opportunités offertes par un "point" du fait de sa place dans le réseau et des relations qu'il entretient avec les autres points. Enfin, les indicateurs de couverture géographique dont il sera question présentent un autre inconvénient inhérent à leur mode de calcul : on trace autour d'une station un cercle d'un rayon donné et l'on calcule la population à l'intérieur de ce cercle. Cette population est considérée comme desservie par la station tout comme la population à l'intérieur du cercle tracé autour de la station voisine. Dans cette pratique les différences entre stations importent peu. Les paramètres qualitatifs et quantitatifs de l'offre de chaque station ne sont pas pris en compte : stations de correspondance ou non, infrastructures de capacités et de fréquences différentes, sont amalgamées. C'est justement pour corriger les effets de cet amalgame - inévitable dès lors qu'on se situe dans la logique de la couverture spatiale - de stations aux performances très différentes que nous avons étudié de manière croisée à la fois la couverture spatiale et la performance réseautique des stations. Pour ce faire nous avons procédé en plusieurs phases :
a) Premièrement, une ***modélisation du réseau ferroviaire*** parisien avec le logiciel RETIS[3] ;
b) Ensuite, à partir de cette simulation, nous avons défini le ***profil d'offre-réseau*** d'une station, d'un arrondissement ou d'un quartier.
c) En utilisant une méthode multicritère (ELECTRE) nous avons établi ***des classements*** (par niveau de performance) des stations, arrondissements et quartiers de la capitale.
d) Les résultats des classements ont ensuite été croisés avec ceux des indicateurs de couverture spatiale des arrondissements et quartiers parisiens.

Nous exposerons très rapidement les étapes de ce cheminement avant de commenter en détail cette analyse croisée.

2. MODELISATION DU RESEAU FERROVIAIRE PAR RETIS

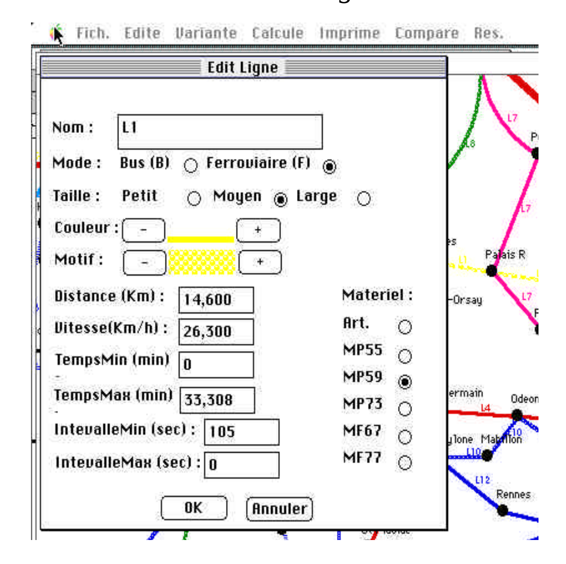
Trois types de données sont nécessaires pour modéliser le réseau au sens de RETIS : la ligne, le pôle (station ou gare dans le cas ferroviaire) et l'arc (liaison directe entre deux pôles). Le tracé graphique du réseau se fait à la manière de n'importe quelle application graphique sur Macintosh : l'utilisateur choisit la ligne à représenter et positionne, en cliquant avec sa souris, les pôles de la ligne en question. Le logiciel se charge alors de créer un arc (appartenant à la ligne choisie) entre un pôle et son successeur. Les données nécessaires à la définition de la ligne sont saisies de manière interactive dans le masque informatique suivant.

---

[3] Pour des détails sur ce logiciel, Cf. STATHOPOULOS, 1987a ; AMAR, STATHOPOULOS, 1987 ; STATHOPOULOS, 1987b ; STATHOPOULOS, 1989 ; STATHOPOULOS, GIRARD, 1990.



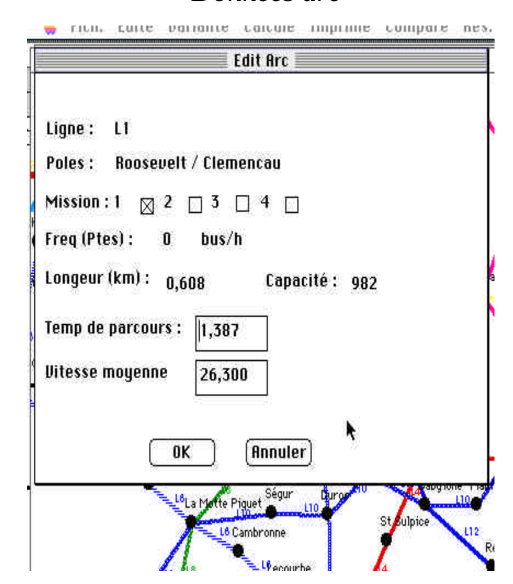
Données Ligne



Les données concernant la distance, la vitesse et l'intervalle sont celles des statistiques d'exploitation de la RATP : le temps de parcours est calculé à partir de ces données. L'utilisateur peut aussi choisir le matériel utilisé sur la ligne ce qui définit la capacité en terme de places offertes sur un tronçon donné.

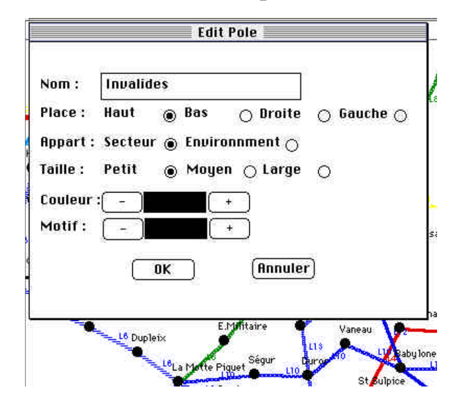
Sur la copie d'écran précédente figurent les données de la ligne 1 du métro. A partir de ces données le logiciel affecte à chaque arc de la ligne un temps de parcours et une capacité comme cela figure sur la copie d'écran suivante :

Données arc



Enfin, chaque pôle (station ou gare) est édité de la même manière avec son appartenance territoriale, sa taille (utilisée lorsque l'on veut indiquer un ordre d'importance par pôle) et un code chromatique facilitant la lisibilité du graphe du réseau ainsi construit (cf. copie d'écran suivante).

Données pôle



3. DEFINITION DES PROFILS "OFFRE-RESEAU" DES POLES, ARRONDISSEMENTS ET QUARTIERS

Le réseau simulé comprend **19 lignes**, les 15 lignes de métro et les 4 lignes de RER[4]. Il est composé de **308 pôles** et de **389 arcs** (liaisons entre pôles). Les stations de métro et gares du RER en correspondance souterraine "à pied" sont considérées comme un seul pôle. Ces regroupements concernent : [Châtelet, Châtelet les Halles et les Halles], [Opéra et Auber], [Gare du Nord et La Chapelle], [St Michel, St Michel Notre Dame et Cluny la Sorbonne], [La Muette et Boulainvilliers], [Bir Hakeim et Champ de Mars]. La zone d'étude ainsi définie correspond à la ville de Paris, ses 20 arrondissements et ses 80 quartiers.

3.1. LES PROFILS "OFFRE-RESEAU" DES POLES

RETIS calcule plusieurs indicateurs caractérisant globalement et localement la structure du réseau. Au niveau des stations les indices de performance retenus sont :

1 Le **Nombre d'Arcs (NA)** : nombre de tronçons à partir d'un pôle
2 Le **Nombre de Lignes (NL)** : nombre de lignes passant par un pôle
3 Le nombre de **Pôles Accessibles Directement** à partir d'un pôle (sans correspondance)
4 Le nombre de **Pôles Accessibles avec** (au maximum) **une Correspondance**
5 La **CAPacité** : nombre de places cumulées des rames passant par le pôle (toutes lignes confondues, une rame par ligne)
6 La **FREQuence** : nombre de passages de rames par heure et par pôle (toutes lignes confondues)
7 Le nombre de **Pôles Accessibles en 30 minutes** [5]**.**

Parmi ces indices les quatre premiers sont liés à la configuration topologique du réseau et les trois derniers au matériel utilisé et aux conditions d'exploitation de chaque ligne. A noter que les indices NA et NL ne sont pas systématiquement équivalents (une ligne = 2 arcs) car l'indice Nombre d'Arcs permet de distinguer les pôles situés aux extrémités des lignes ou à l'embranchement d'une fourche. A partir de ces évaluations le logiciel construit le profil d'offre-réseau de chaque pôle qui servira de base à leur classement par niveau de performance en utilisant la

[4] La première gare située à l'extérieur de Paris est comptabilisée en plus des gares parisiennes.

[5] En heure de pointe et en "temps généralisé" qui prend en compte les périodes d'attente en station et les temps de déplacement dans la correspondance. Un coefficient de pénalisation est attribué par type d'infrastructure. Pour plus de détails, se reporter à RATP, 1993.

méthode ELECTRE. Le tableau suivant donne les évaluations des indices pour quelques pôles du réseau.

Tableau des performances nodales des pôles

POLES	N° LIGNE	S/G	NA	NL	PAD	PAC	CAP	FREQ	PA30m
Alésia	4	S	2	1	24	300	982	37	146
Alma Marceau	9	S	2	1	36	274	806	34	214
Arche de la Défense	1,A	S/G	2	2	26	287	3556	64	123
Arts et Métiers	3,11	S	4	2	35	277	1456	62	247
Av Foch	C	G	2	1	18	224	2574	30	67
Avron	2	S	2	1	24	258	806	32	168
Balard	8	S	1	1	36	280	800	27	147
Barbès Rochechouart	2,4	S	4	2	47	305	1788	69	235
Bastille	1,5,8	S	6	3	78	305	2588	95	257

S/G : Station de métro/Gare de RER

3.2. LES PROFILS "OFFRE-RESEAU" DES ARRONDISSEMENTS ET QUARTIERS

Les indices qui servent à caractériser l'offre d'un pôle sont également utilisés pour les secteurs territoriaux examinés (quartiers et arrondissements), à l'exception de la fréquence (dont le cumul n'a de sens que sur une station donnée), mais leur mode de calcul diffère sensiblement. Car, à partir des profils d'"offre-réseau" des différents pôles du réseau, deux façons de mesurer l'offre de transport sur une zone se présentent.

- Premièrement, on peut considérer qu'un **pôle de référence** est représentatif de l'offre d'un secteur (arrondissement ou quartier). Dans ce cas, il s'agit de choisir le pôle le plus performant en fonction de l'évaluation préconisée.

- La seconde option consiste à poser l'hypothèse selon laquelle l'offre d'une zone ne se réduit pas à l'offre d'un pôle, aussi performant soit-il. Dans ces conditions, l'évaluation sectorielle doit reposer sur les performances d'un **ensemble de pôles**.

Cette option, que nous avons choisie, permet d'étudier les relations existant entre un ensemble de pôles et le reste du réseau. Les pôles situés en frontière sont comptabilisés au titre de chaque secteur (quartier ou arrondissement). Ces évaluations sectorielles obligent à recourir à des **mesures agrégées** définies de la façon suivante :

1 **Nombre d'arcs** situés (en totalité ou partiellement) dans la zone d'étude (quartier ou arrondissement)

2 **Nombre de lignes** traversant la zone (au moins un pôle de la ligne appartient au secteur)

3 **Pôles accessibles directement** : nombre de pôles accessibles directement à partir d'au moins un pôle de la zone d'origine. Cette valeur correspond à la somme des pôles des lignes traversant un arrondissement ou un quartier (sans double compte)

4 **Pôles accessibles avec une correspondance** : nombre de pôles accessibles avec au plus une correspondance à partir d'au moins un pôle de la zone d'origine

5 **Pôles accessibles en 30 minutes** : nombre de pôles accessibles en 30 minutes maximum à partir d'au moins un pôle de la zone d'origine

6 La **Capacité** d'un secteur est égale à la somme des places offertes sur les rames des lignes traversant la zone d'étude (une rame par ligne à la pointe).

Les profils ainsi construits de quelques arrondissements figurent dans le tableau suivant. Ces tableaux (pôles et arrondissements) constituent les données de départ pour l'évaluation multicritère de la performance des stations, arrondissements et quartiers avec la méthode ELECTRE.

Tableau des performances nodales de quelques arrondissements

Arrondissement	NA	NL	PAD	PAC	CAP	PA30mn
I	25	9	156	307	12382	299
II	25	6	152	307	6768	305
III	24	6	140	307	4850	299
IV	24	9	149	307	12382	296
V	20	6	119	305	8182	289
VI	31	7	140	300	8988	293
VII	23	5	124	299	5786	289
VIII	40	9	212	307	9186	292
IX	41	9	214	307	9180	301
X	45	11	202	307	10804	299
XI	46	9	181	307	9036	290

4. ANALYSE MULTICRITERE DE LA PERFORMANCE DES ARRONDISSEMENTS ET QUARTIERS

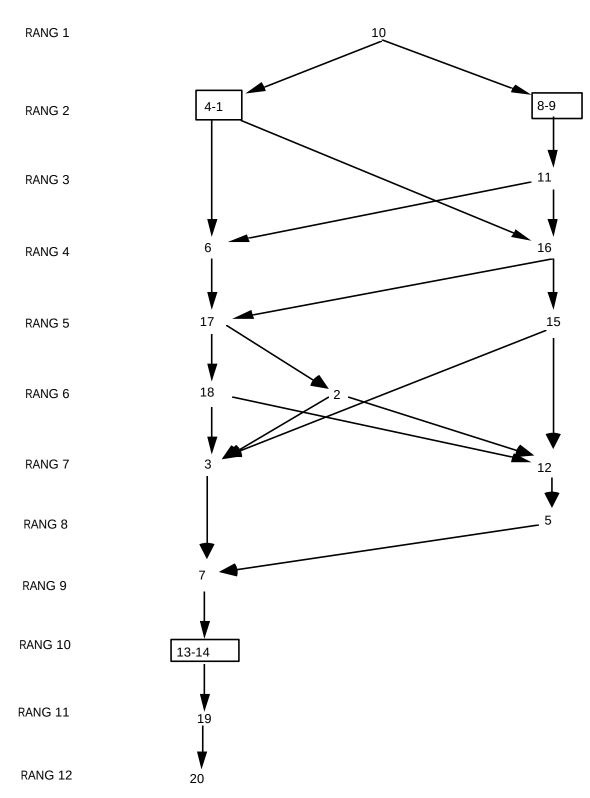
La description de l'"offre-réseau" au niveau d'un pôle ou d'un groupe de pôles (arrondissement ou quartier), ne se réduit pas à un critère unique mais tend plutôt à prendre en compte un ensemble de caractéristiques structurelles de l'apport du réseau en un point du territoire. Pour cette raison nous avons utilisé une méthode d'évaluation multicritère, ELECTRE[6]. Au sens de cette méthode chaque objet, politique ou décision à évaluer constitue une ***action***, évaluée sur un ensemble de ***critères***. L'évaluation d'une action sur un critère donné constitue sa performance et l'ensemble des évaluations des actions sur l'ensemble de critères constitue le ***tableau de performances***. En l'occurrence, nous avons à évaluer les actions **arrondissements** (20 en tout) et **quartiers** (80). Les critères utilisés sont les indices de nodalité du tableau précédent, et l'utilisateur de la méthode peut exprimer son idée sur l'importance respective de ces critères en utilisant différents ***poids***. En outre, sur chacun des critères, il peut exprimer ses préférences sur les écarts de performance entre deux actions c'est-à-dire déterminer des ***seuils*** à partir desquels les écarts sont significatifs. Les résultats sont présentés sous la forme d'un graphe qui se lit de haut en bas : les actions les plus performantes occupent la tête du classement. On peut obtenir plusieurs classements en fonction des jeux de poids utilisés afin de cerner l'influence de chaque critère sur le classement mais aussi évaluer la stabilité du classement obtenu. La stabilité du classement, en raison des liaisons d'ordre statistique entre les critères utilisés, a été testée avec des pondérations extrêmes (de l'ordre de 1 à 10) par critère[7]. Les résultats du classement des arrondissements sont présentés dans le graphe suivant.

---

[6] Pour plus d'informations sur la méthode ELECTRE et son fonctionnement le lecteur peut se référer utilement à ROY (1985), ainsi qu'aux différents documents du LAMSADE université Paris IX - Dauphine.

[7] Il est d'usage avec les méthodes du type ELECTRE d'éviter l'utilisation de critères statistiquement liés, sauf si ces critères se réfèrent à des aspects distincts de la performance de l'action. Il faut alors s'assurer par une étude de robustesse du classement que l'évaluation finalement obtenue n'est pas le produit d'une surpondération implicite. C'est la raison pour laquelle cette pondération extrême des critères a été utilisée dans l'étude de robustesse de ce classement.

Classement multicritère des arrondissements



Les rangs obtenus par les arrondissements expriment leur niveau de performance par rapport à l'ensemble de critères retenus dans cette évaluation. Compte tenu du caractère non-compensatoire d'Electre, une part d'incomparabilités (situation qui reflète un état d'impossibilité à se décider entre deux actions et **non pas un état d'équivalence**) persiste dans ce classement. Par exemple, le 15ème et le 2ème arrondissements sont incomparables. Les arrondissements équivalents du même rang sont ceux contenus dans la même case (ainsi le 4ème et le 1er sont équivalents mais ils sont tous les deux incomparables avec le 8ème et le 9ème). Le classement d'un arrondissement à un rang élevé signifie que ses stations sont assez performantes sur la totalité des critères qui participent à cette analyse, alors que pour les arrondissements du bas du classement, cela signifie qu'ils sont desservis par des stations d'un profil assez médiocre sur chacun de critères retenus. Pour les rangs intermédiaires l'explication peut prendre plusieurs formes : soit il s'agit d'arrondissements dont les stations présentent des profils variables, soit d'arrondissements dont le nombre et la performance des stations sont moyens. Cette analyse présente l'avantage de tenir compte à la fois du nombre et de la performance des stations qui composent le profil d'offre de chaque arrondissement. Elle nous paraît à ce titre complémentaire de celle plus classique de la couverture spatiale de la population avec laquelle nous l'avons croisée.

4.1. DIAGNOSTIC CROISE DE L'OFFRE PAR ARRONDISSEMENT

Nous entendons par diagnostic croisé, la mise en parallèle de la couverture et des rangs obtenus dans le classement multicritère, pour chaque arrondissement ou quartier. Le tableau suivant indique, par arrondissement, le taux de couverture par les pôles situés dans l'arrondissement[8].

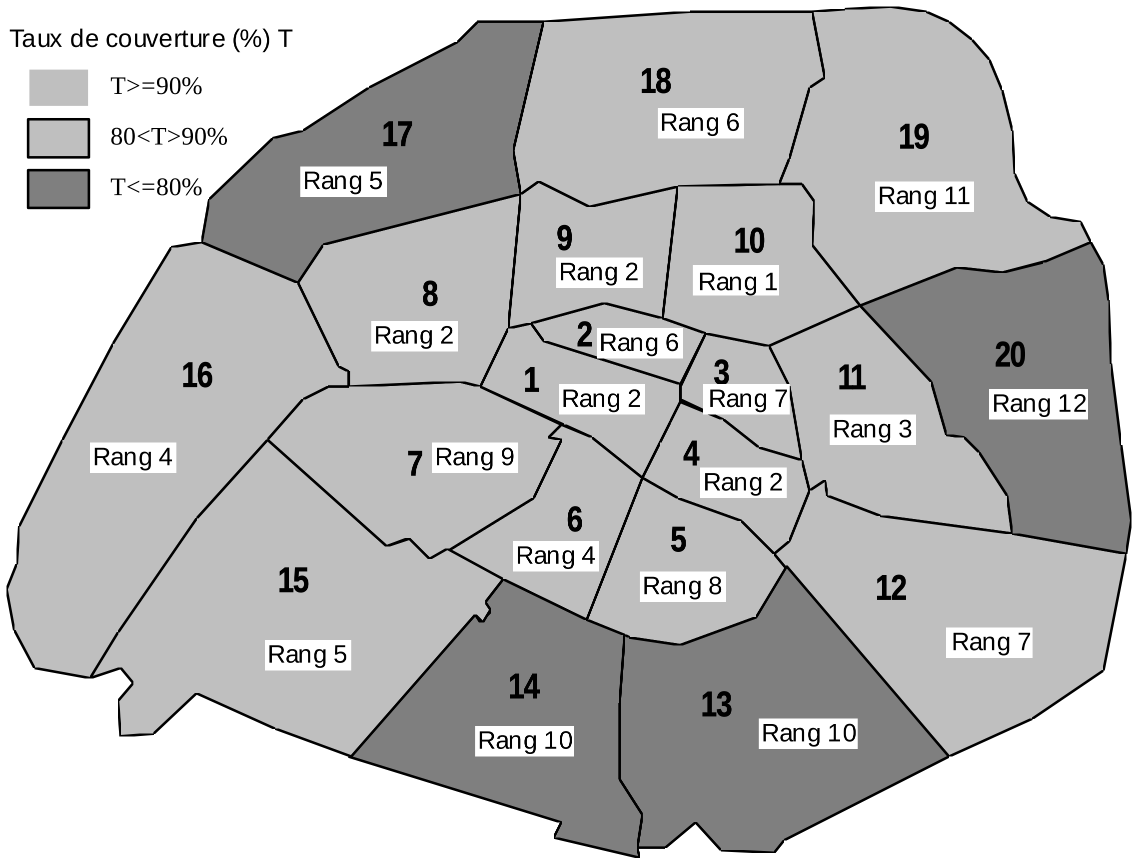
[8] Population desservie : population située dans un rayon de 400 mètres à vol d'oiseau d'un pôle du réseau.

Couverture de la population par arrondissement

Arrondissement	Taux de couverture (%)
I	100
II	100
III	95,5
IV	100
V	94
VI	100
VII	87,4
VIII	98,2
IX	100
X	99,2
XI	100
XII	91,5
XIII	69
XIV	79,7
XV	84,1
XVI	91,5
XVII	78,9
XVIII	81,8
XIX	94
XX	78

Nous avons porté ce taux et le rang de chaque arrondissement dans le classement multicritère, sur la carte suivante.

Couverture de la population par le réseau ferré



Rappel : les rangs constituent une indication de niveau global de performance, seule la lecture du graphe permet de comparer les arrondissements deux à deux, certains d'entre eux restant incomparables tout en étant du même rang.

Dans la majorité des cas, il existe une corrélation nette entre le niveau de couverture et le rang de l'arrondissement. Cette corrélation est logique dans la mesure où ces deux types d'évaluation s'appuient sur une même variable, **la distribution des pôles**. Mais **dans le calcul des taux de couverture l'offre d'un pôle est considérée comme uniforme**, quelles que soient ses relations avec le reste du réseau, tandis que **l'analyse multicritère différencie les pôles en fonction des potentialités de relation qu'ils offrent**. Tous les pôles n'ont donc pas la même valeur, ce qui explique les différences localement observables entre les deux approches.

Nous commenterons les trois groupes qui figurent sur la carte ci-dessus, en insistant plus particulièrement sur les distorsions entre les deux évaluations car c'est justement à ce niveau que la complémentarité entre ces deux méthodes permet, nous semble-t-il, de donner un contenu opératoire à la notion de multimodalité.

a- Taux de couverture de la population inférieur à 80%

Les taux de couverture des 13ème, 14ème, 17ème et 20ème arrondissements sont inférieurs à 80%. A l'exception du 17ème (rang 5), ces derniers sont parmi les moins performants de l'évaluation multicritère (rang 10 et 12). Il est intéressant de commenter cette distorsion parce qu'elle montre la complémentarité de deux approches.

Dans l'analyse multicritère, la performance des arrondissements est avant tout basée sur celle des pôles se situant à l'intérieur (ou à la frontière) de l'arrondissement. Si l'on différencie les pôles (par les différents indices dont on tient compte), on ne s'intéresse pas en revanche, aux problèmes d'accès locaux de la population à ces pôles (la marche à pied nécessaire pour s'y rendre n'entre pas en ligne de compte dans cette approche). En revanche, dans le taux de couverture, si la marche à pied est prise en compte par le rayon du cercle tracé autour d'une station, cette station est considérée comme équivalente à toute autre.

C'est la combinaison de ces deux démarches qui permet d'interpréter convenablement le résultat du 17ème. L'offre dans cet arrondissement est assez performante une fois que l'on est dans une de ses stations. En revanche, les problèmes locaux d'accès aux stations (marche à pied supérieure à 400m pour au moins 20% de la population) font en sorte que cette fraction de la population ne puisse pas profiter pleinement des possibilités offertes par les stations de l'arrondissement. Il est envisageable de créer une nouvelle liaison ferroviaire dans les zones non desservies, telle qu'EOLE qui, par l'intermédiaire de la station Pont Cardinet, va augmenter le taux de couverture. Cependant, pour des situations de ce type, se situant à un niveau local, on peut également raisonner en termes de **multimodalité**. En effet, favoriser la complémentarité des modes routier et ferré, en facilitant le rabattement avec le bus sur les stations et gares du réseau permet de résoudre les carences de l'offre ferroviaire liées à une moins bonne couverture spatiale. L'étude des quartiers composant cet arrondissement permettra de localiser précisément les besoins.

Pour les **13ème, 14ème et 20ème** les choses sont différentes. Ils ont un taux de couverture faible (<80%) combiné à une mauvaise performance réseautique des pôles situés dans ces arrondissements. Ceci parce qu'une part importante de la superficie de ces arrondissements se situe à l'extérieur du périmètre défini par la ligne 6 pour les 13ème et 14ème et la ligne 2 pour le 20ème. Or, ces deux lignes concentriques sont un véritable facteur de multiplication des performances réseautiques, par le nombre considérable de lignes qu'elles croisent sur leurs parcours. L'étude de l'influence de METEOR a montré que cette liaison nouvelle va d'ores et déjà améliorer la situation du 13ème arrondissement mais pour le reste, seules des liaisons ferroviaires en rocade concentrique à l'extérieur des lignes 2 et 6 permettraient d'améliorer sensiblement à la fois le taux de couverture et les performances réseautiques des pôles de ces

deux arrondissements et aussi de certains quartiers du 15ème également touchés par cette situation. Nous rappelons d'ailleurs à ce propos qu'une telle liaison, proposée en exploitation automatique du type METEOR, a brièvement figurée dans les propositions de la région à propos du nouveau Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile de France.

b- Taux de couverture de la population compris entre 80 et 90%

Trois arrondissements sont concernés, le 7ème, le 15ème et le 18ème. Là encore, les besoins sont différents. Dans le **15ème** (rang 5) et le **18ème**, l'accès au réseau nécessite d'être amélioré. Dans cette situation également, impliquer le réseau d'autobus semble être une solution adaptée. Par contre, le **7ème** (rang 9) cumule des insuffisances relatives à l'accès au réseau et aux possibilités d'accès offertes à partir des pôles situés dans cet arrondissement. Une analyse plus fine par quartiers est nécessaire pour esquisser d'autres solutions multimodales.

c- Taux de couverture de la population supérieur à 90%

A ce taux de couverture, la performance multicritère des arrondissements est également élevée à l'exception du **19ème arrondissement**. On constate que si le réseau est accessible à la majorité de la population, sa performance en termes structurels ne suit pas cette tendance. La liaison EOLE devrait également permettre d'améliorer sensiblement la performance du réseau dans cet arrondissement.

4.2. DIAGNOSTIC CROISE DE L'OFFRE PAR QUARTIER

L'analyse des quartiers a été menée de façon tout à fait analogue à celle des arrondissements mais compte tenu de la finesse plus grande du référent territorial, ses conclusions sont encore plus précises pour la mise en place d'une complémentarité réelle des réseaux parisiens. Cependant, à cause du nombre élevé des quartiers (80 en tout) nous n'allons pas reproduire ici les trois composants de cette démarche croisée (graphe de surclassement, taux de couverture et carte croisée). Nous donnerons les résultats de l'analyse croisée de manière synthétique : dans le tableau ci-dessous est indiquée la répartition des quartiers en fonction de la couverture spatiale et du classement multicritère. On a distingué deux catégories, les 40 quartiers les plus performants dans le classement multicritère (haut) et les 40 derniers (bas).

Taux de couverture (%)	Position dans le classement multicritère	
	Haut	Bas
T 90	36	18
80 <T <90	1	9
T 80	3	13

Notons au passage que les deux tiers des quartiers parisiens sont couverts par le réseau à plus de 90%. Lorsque l'on critique la "*moindre performance*" des transports en commun dans la banlieue, où les degrés d'urbanisation commencent à être comparables à ceux de Paris, il faut se rappeler que l'effet "réseau" sur la mobilité, indiscutable dans le cas de Paris, est fondé sur un taux de couverture et un degré de maillage assez extraordinaire. On peut constater, comme pour les arrondissements, que la double analyse de la couverture spatiale et de la performance multicritère du réseau révèle des situations atypiques. Ainsi, parmi les 40 quartiers les moins performants en terme de structure du réseau, 18, soit 45%, sont couverts à plus de 90%. On étudiera donc : les quartiers très bien couverts mais dans lesquels le réseau est moyennement

performant (a) et ceux présentant un mauvais taux de couverture mais dont les stations sont très performantes (b).

a- Taux de couverture supérieur à 80%

T> 90% : 18 quartiers pourtant très bien desservis (taux supérieur à 90%) obtiennent des performances médiocres sur le classement multicritère. Mais, étant donné que la majeure partie d'entre eux est située dans le centre de Paris, la population bénéficie de stations et gares plus performantes dans des quartiers très proches. Pour les quartiers situés en périphérie, il s'agit alors de favoriser le rabattement vers les pôles les plus performants de l'arrondissement.

80%<T>90% : on compte 10 quartiers dont le taux de couverture est compris entre 80 et 90%. Neuf d'entre eux font partie de la seconde partie du classement multicritère. **Necker** (15ème) est le seul à figurer dans les meilleurs (rang 15 parmi 43 rangs en tout pour les 80 quartiers de la capitale) grâce à la performance de la station Montparnasse.

b- Taux de couverture inférieur à 80%

13 des 16 quartiers dont le taux de couverture est inférieur à 80% sont dans la deuxième partie du classement multicritère à l'exception de Ternes (17ème), Chapelle (18ème) et Gare (13ème). Ces trois quartiers, dans lesquels les taux de couverture de la population sont faibles (71,5%, 57% et 57,7%) sont bien classés dans l'évaluation multicritère car ils profitent respectivement de la performance des stations Charles de Gaulle-Etoile, Gare du Nord-La Chapelle et Place d'Italie. Dans ces quartiers, les carences de l'offre concernent l'accès au réseau. Dans cette mesure, il est envisageable de développer des liaisons routières à l'intérieur de ces zones vers les stations les plus performantes.

La situation des 13 quartiers les moins bien desservis et les moins performants en matière de possibilités d'accès offertes est analysée précisément. Des solutions adaptées aux différents types de besoins en fonction de l'arrondissement dans son ensemble sont également envisagées, solutions à prendre avec toutes les précautions nécessaires du fait que l'on n'a pas étudié dans cette recherche l'offre bus dans Paris.

- **St Lambert (15ème)** : favoriser une liaison routière vers le quartier Necker, le plus performant du 15ème arrondissement.
- **Bercy (12ème)** : METEOR va améliorer la performance de ce quartier et sa couverture spatiale grâce à la station Dijon.
- **Plaisance, Parc de Montsouris (14ème)** : des liaisons routières vers le quartier Montparnasse devraient être favorisées.
- **Pont de Flandre (19ème)** : EOLE est la solution la mieux adaptée car les trois autres quartiers qui composent l'arrondissement sont peu performants bien que correctement couverts. Cet arrondissement a donc réellement besoin d'un mode lourd pour que sa performance s'améliore.
- **Belleville, Père Lachaise, Charonne (20ème)** : dans cet arrondissement, un mode lourd serait également efficace pour améliorer la performance du réseau mais la priorité consiste à pallier les insuffisances de l'offre en matière d'accès au réseau par des liaisons routières vers les pôles existants.
- **Grandes Carrières (18ème)** : l'amélioration de la desserte dans ce quartier nécessite des liaisons vers les stations St Lazare et Place de Clichy situées dans le quartier St Georges du 9ème arrondissement.
- **Maison Blanche, Croulebarbe (13ème)** : Maison Blanche devrait profiter du prolongement de METEOR.

- **Batignolles (17ème)** : grâce à la station Pont Cardinet, la population du quartier Batignolles sera mieux desservie et la performance du réseau s'en trouvera également améliorée. Le quartier **Epinettes** pourrait profiter de cette station grâce à un rabattement par le réseau routier.

5. CONCLUSION

Les suggestions formulées dans l'analyse qui précède ce paragraphe doivent évidemment être corroborées par une étude simultanée des réseaux fer et autobus. D'autre part, divers aspects de cette démarche peuvent être critiqués ou révisés. Ainsi, si au lieu d'examiner la distribution territoriale de l'offre nous cherchons à évaluer son adaptation aux zones d'emploi, ou encore à des usages et des populations particulières..., les critères de performance des stations et par conséquent des arrondissements et quartiers seront modifiés également. Cependant, cette démarche nous semble avoir deux mérites essentiels :

- premièrement, elle permet de se donner comme référent de l'évaluation des unités territoriales immédiatement perceptibles par les décideurs et les populations concernés. Le fait que l'on se limite ici aux divisions administratives de la capitale ne signifie aucunement que d'autres regroupements soient impossibles : l'îlot, si l'on veut se situer de manière plus fine, les départements ou les régions sur un plan plus global, mais aussi des regroupements non administratifs mais présentant une cohérence fonctionnelle (zones d'emploi comme cela est suggéré ci-dessus mais aussi zones aéroportuaires, espaces de loisirs, ...) peuvent être envisagés dans ce même cadre.
- ensuite, elle permet d'évaluer, dans un territoire donné, la complémentarité effective des différents réseaux (ferré, bus, modes légers) qui participent à la desserte du secteur. Cette possibilité peut se décliner concrètement sur plusieurs échelles (du quartier à l'arrondissement ou au département) donnant ainsi un caractère opératoire à la notion de multimodalité.

Enfin, quelles que soient les critiques que l'on peut formuler à cette approche, elle a aussi l'intérêt de déplacer le contexte de l'évaluation de la performance de réseau : d'une logique de flux connue des spécialistes et somme toute assez ésotérique pour les autres acteurs urbains concernés, elle passe à une logique territoriale dans laquelle l'opérateur du transport doit justifier son action planificatrice sur la base de référents et de concepts simples compris par la grande majorité des acteurs impliqués. Complique-t-elle pour autant la production des justifications nécessaires à l'action de la planification ? Rien n'est moins sûr car elle offre aussi un cadre de justification clair du service transport qui dépasse largement les indicateurs habituellement utilisés pour juger de la performance d'un réseau et par là de la compétence de son opérateur. Car en effet comment réduire l'offre extraordinaire du réseau ferroviaire de Paris (taux de couverture par arrondissement et quartier supérieur à 70% avec une marche à pied inférieure à 400 m, la totalité des stations accessibles avec une correspondance à partir de n'importe quel arrondissement et la quasi-totalité accessible aussi en moins de 30 minutes, pour ne retenir que quelques éléments de la distribution de l'offre), aux indicateurs habituels avec lesquels on juge la prestation de la RATP ?

Imaginons un instant la fermeture d'un certain nombre de stations du réseau métropolitain : stations simples sans correspondance, situées dans des zones centrales de la capitale leur fermeture n'entraînerait une modification substantielle ni du taux de couverture ni de la performance des quartiers et arrondissements. Elle aurait néanmoins des répercussions significativement bénéfiques, par l'augmentation de la vitesse commerciale des lignes du métro, sur les comptes d'exploitation de la RATP, tout en laissant le réseau parisien à un niveau de performance territoriale équivalent sinon supérieur à celui des villes comparables. Resterait-il

pour autant le même réseau ? La collectivité et les tutelles politiques sont-elles prêtes à assumer de telles solutions au lieu de discourir indéfiniment sur le "coût" d'un service public dont on peut se demander si, malgré (ou peut-être à cause de) tant d'années de fonctionnement, on mesure véritablement le degré d'efficacité sociale...

BIBLIOGRAPHIE

AMAR G., STATHOPOULOS N. (1987), Les réseaux à organisation polaire, *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n° 15-16, Paradigme.

RATP (1993), *EDGAR, Manuel d'utilisation*, Département du Développement, Unité Aménagement et Transport.

ROY B. (1985), *Méthodologie Multicritère d'Aide à la Décision*, Economica.

STATHOPOULOS N. (1987a), Réseaux à organisation polaire, *Réseau 2000*, n° 28.

STATHOPOULOS N. (1987b), *Vers des nouvelles méthodologies d'évaluation de la performance des réseaux : le cas du secteur-pilote de la RATP*, DEA Transport, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

STATHOPOULOS N. (1989), RETIS : an interactif tool for Networks Design supporting decision, Colloque "*Computers, Control, Communications in Transport 89*" de l'IFAC.

STATHOPOULOS N. (1994), Effets de réseau et déséquilibres territoriaux dans la structure de l'offre ferroviaire à Paris, *Flux, Cahiers internationaux réseaux et territoires*, GDR Réseaux, CNRS, n° 18.

STATHOPOULOS N., GIRARD J. (1990), RETIS : Développement et expérimentation d'un outil interactif graphique d'aide à la conception de réseau, *AFCET-INTERFACE "Méthodes et outils d'aide à la décision"*, n° spécial.

STATHOPOULOS N., JAFFEUX I. (1994), Le réseau ferroviaire de Paris : structure de l'offre, déséquilibres territoriaux et niveaux de performance des stations, quartiers et arrondissements, *Réseau 2000*, n° 91.